

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 744 177

(21) N° d'enregistrement national : 96 01142

(51) Int Cl⁶ : F 04 B 53/14, F 16 J 7/00, 1/02

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31.01.96.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 01.08.97 Bulletin 97/31.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : PERFECT CIRCLE EUROPE SA
SOCIETE ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : GILLIOT BERNARD, BICHON CHRISTIAN, CARRARETTO ANTOINETTE, FEFU MICHEL, GEYER RACHEL, LAINE OLIVIER, MIRAS RAMON, PLANCHON PHILIPPE, ROLO JEAN CLAUDE et SCHREIBER ALFRED.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : CABINET PLASSERAUD.

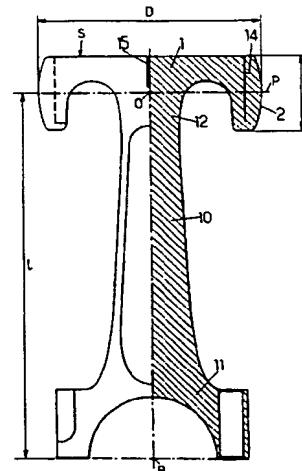
(54) ENSEMBLE BIELLE-PISTON POUR CYLINDRE DE MOTEUR OU DE COMPRESSEUR.

(57) Ensemble bielle-piston pour cylindre de moteur ou de compresseur, ladite bielle comportant à une extrémité de son corps 10 une partie 11 appelée "tête", propre à être montée de façon articulée sur un maneton de vilebrequin, et à l'autre extrémité de ce corps 10 une partie 12 appelée "pied" assurant la liaison au piston 1.

Cet ensemble se caractérise en ce que la surface latérale 2 du piston 1 possède un profil sphérique et est destinée à entrer directement en contact avec la surface 5 du cylindre, et en ce que ce piston 1 est rigidement solidaire dudit pied 12 de bielle.

L'élasticité du piston peut être obtenue par exemple par des fentes cylindriques 14 et radiales 15.

Application aux moteurs de tous types, aux compresseurs d'air ou pour machines frigorifiques.



FR 2 744 177 - A1



**ENSEMBLE BIELLE-PISTON POUR CYLINDRE
DE MOTEUR OU DE COMPRESSEUR**

5 La présente invention concerne un ensemble bielle-piston pour cylindre de moteur ou de compresseur.

Dans les moteurs ou compresseurs classiques, on sait que la bielle comporte un corps rigide qui est articulé d'une part sur un maneton de vilebrequin par l'intermédiaire 10 d'une extrémité du corps de bielle appelée "tête de bielle", et qui est articulé d'autre part sur le piston par l'intermédiaire de l'extrémité opposée dudit corps, appelée "pied de bielle". Pour mémoire, étant donné qu'il en sera question plus bas, on rappelle aussi que le vilebrequin porte des 15 masses d'équilibrage ayant un certain encombrement (T) par rapport à son axe de rotation.

Ces ensembles classiques ont l'inconvénient de présenter, en direction de l'axe du cylindre dans lequel le piston se déplace et à cause d'une hauteur de piston importante, un encombrement relativement grand pour une cylindrée donnée, et d'être en outre relativement compliqués et coûteux à fabriquer, notamment à cause de la présence de deux axes d'articulation, en pied et en tête de bielle. L'étanchéité par des segments de piston entre le piston et 25 le cylindre présente une autre source de complications.

Enfin, un autre inconvénient réside dans une perte de puissance non négligeable, du fait que l'axe du corps de la bielle n'est perpendiculaire à la surface de travail du piston qu'au point mort haut (PMH) et au point mort bas (PMB).

Le but de la présente invention est d'éliminer tous ces inconvénients des ensembles bielle-piston connus, et à cet effet, un ensemble bielle-piston pour cylindre de moteur ou de compresseur conforme à l'invention est caractérisé en 35 ce que la surface latérale du piston possède un profil sphérique et est destinée à entrer directement en contact

avec la surface du cylindre, et en ce que ce piston est rigidement solidaire dudit pied de bielle, ce qui signifie, bien entendu, que ce profil sphérique a un rayon de courbure ($D/2$) égal à celui de l'alésage cylindrique.

5 Le premier avantage de l'invention apparaît ainsi immédiatement : il réside dans la suppression de l'articulation habituelle entre le pied de bielle et le piston, moyennant l'adoption d'un piston à surface latérale non plus cylindrique mais en forme de zone sphérique.

10 Pour assurer le contact entre la paroi latérale du piston et le cylindre suivant toute la course du piston, il convient bien entendu que le piston ait une épaisseur minimale (e) fonction de cette course, du diamètre (D) de l'alésage et de la longueur (l) du corps de bielle. Le
15 calcul de cette épaisseur minimale est indiqué plus bas.

La structure du piston pourra être de différents types.

Par exemple, on peut prévoir que ledit piston
20 constitue partie intégrante du pied de bielle, ou qu'il constitue une partie rapportée sur ledit pied de bielle, éventuellement en un matériau différent, auquel cas ce piston peut être surmoulé sur une partie en saillie dudit pied de bielle.

25 Selon encore un autre mode de réalisation, ledit piston présente latéralement une gorge propre à recevoir une bague élastique fendue à surface latérale extérieure de profil sphérique.

On obtient ainsi l'élasticité nécessaire à l'obtention d'une bonne étanchéité entre piston et cylindre, ainsi
30 qu'à la compensation des dilatations aux températures de fonctionnement normales.

35 Etant donné qu'il y aura toujours un jeu entre cette bague et sa gorge, les gaz comprimés dans le cylindre tendront à dilater radialement cette bague, de sorte que l'étanchéité obtenue pourra être parfaitement satisfaisante.

Lorsque le piston, avec sa surface latérale à profil

sphérique, constitue partie intégrante du pied de bielle, ou
 5 constitue une partie rapportée sur ledit pied de bielle,
 éventuellement en un matériau différent, ou encore est
 surmoulé sur une partie en saillie dudit pied de bielle,
 l'élasticité nécessaire à l'étanchéité et à la compensation
 des dilatations peut être obtenue par d'autres moyens, par
 exemple à l'aide d'une fente cylindrique prévue dans le
 piston à proximité de sa surface latérale et coaxialement à
 cette dernière, cette fente ne débouchant que sur une face
 10 du piston, préférentiellement celle qui reçoit la pression
 des gaz.

Complémentairement, on peut encore prévoir que ledit
 piston comporte une fente radiale plane débouchant sur sa
 15 surface latérale à profil sphérique et sur sa surface
 recevant la pression des gaz, cette fente s'étendant sur une
 hauteur inférieure à la demi-épaisseur (E) dudit piston.

Selon encore un autre mode de réalisation de
 l'invention, on peut prévoir que ladite surface latérale à
 20 profil sphérique du piston est constituée par un anneau
 élastique galbé fixé sur la masse du piston proprement dite,
 cet anneau étant préférentiellement en acier et pouvant être
 obtenu par exemple par un procédé d'emboutissage, de formage
 ou de forgeage ; sa fixation sur la masse du piston,
 25 laquelle est en tout matériau envisageable, peut être
 assurée par tout moyen approprié, par exemple par soudage,
 rivetage, vissage, etc.

Des modes d'exécution de l'invention vont maintenant
 être décrits à titre d'exemples nullement limitatifs, avec
 référence aux figures des dessins ci-annexés dans lesquels:

30 - la figure 1 est une vue schématique de la géométrie
 du ensemble bielle-piston par rapport au vilebrequin,
 montrant comment peut être calculée l'épaisseur
 théorique minimale e d'un piston conforme à l'invention, à
 la surface latérale de profil sphérique ;

35 - la figure 2 est une vue schématique du même type
 en point mort bas du piston, montrant les impératifs à

respecter pour le calcul de la longueur l du corps de bielle;

- la figure 3 est une vue en élévation et demi-coupe axiale d'un ensemble bielle-piston à fentes conforme à l'invention, dans un plan perpendiculaire à l'axe du vilebrequin;

- la figure 4a est une vue analogue de la partie supérieure de cet ensemble, dans une variante de réalisation;

- la figure 4b est une vue en coupe axiale d'une bague fendue propre à se loger dans la gorge de l'ensemble de la figure 4a ;

- la figure 5 est une vue, analogue à celle de la figure 3, d'une autre variante de l'ensemble, limité à sa partie supérieure ; et

- la figure 6 représente schématiquement encore une autre variante d'un ensemble conforme à l'invention, du type à anneau élastique galbé.

Sur la figure 1 on a représenté le piston schématiquement en 1, avec sa surface latérale à profil sphérique référencée en 2, dans l'une de ses deux positions extrêmes d'inclinaison, au milieu entre le point mort haut (PMH) et le point mort bas (PMB), c'est-à-dire pour une position du vilebrequin à 90° de ces deux positions. L'axe du vilebrequin est référencé A, et le cercle de rayon r que parcourt l'extrémité B du maneton 3 est référencé C. La longueur du corps de bielle 4 est l, et le diamètre de l'alésage du cylindre 5 est D. On appelle I le point de contact supérieur entre le piston 1 et le cylindre 5, J son point de contact opposé inférieur et P le plan moyen du piston 1, lequel est donc constitué d'une tranche sphérique de rayon $R = D/2$ et d'épaisseur e. OA étant perpendiculaire à IJ et OB étant perpendiculaire à P, on voit que l'angle β entre OA et OB se retrouve entre IJ et P, dans les deux triangles rectangles semblables OAB et OJK, JK représentant la moitié de l'épaisseur théorique e du piston 1.

Par suite, on a l'égalité $\sin \beta = r/l = JK/R = e/D$, ce qui fournit l'épaisseur théorique minimale du piston 1 : $e = D * r/l$.

5 Par sécurité, on adoptera pour le piston une épaisseur légèrement augmentée, de l'épaisseur x sur chaque face, l'épaisseur fonctionnelle du piston étant alors $E = e + 2x = D * r/l + 2x$, comme représenté sur la figure 2.

10 Sur cette figure 2, qui représente le maneton au point mort bas PMB, on a représenté par un arc de cercle l'encombrement T des masses d'équilibrage du vilebrequin d'axe A. Le constructeur demande généralement le respect d'une distance minimale J entre la face inférieure du piston 1 en PMB et l'arc de cercle de rayon T, centré sur A. On a donc l'équation suivante : $l = E/2 + J + T + r$. On a par suite le système de deux équations suivant :

$$\begin{aligned} E &= D * r/l + 2x \\ \left\{ \begin{array}{l} l = E/2 + J + T + r \end{array} \right. \end{aligned}$$

20 dont la résolution fournit la valeur de la longueur l du corps de bielle 4 en fonction de D, r, x, J et T (E s'éliminant entre les deux équations de ce système, pour fournir une équation du second degré en l).

25 L'expérimentation montre par ailleurs que l'épaisseur fonctionnelle E du piston, telle qu'elle ressort de la première équation du système précité, sera notablement inférieure à l'épaisseur des pistons classiques, pour une cylindrée et une course données, ce qui est particulièrement avantageux sur le plan de l'encombrement final du moteur ou du compresseur équipé d'un piston conforme à l'invention.

30 Dans le mode de réalisation pratique de la figure 3, on a référencé en 10 le corps de bielle, en 11 sa tête articulée sur un maneton de vilebrequin d'axe B, et en 12 le pied de bielle, dont le piston 1 à surface latérale de profil sphérique 2, constitue partie intégrante. Pour 35 l'élasticité radiale de ce piston, il comporte d'une part une fente cylindrique 14 coaxiale débouchant sur la face

supérieure S du piston, et d'autre part deux fentes planes radiales 15 diamétralement opposées l'une à l'autre, débouchant latéralement ainsi que sur la face S, ces fentes étant de hauteur inférieure à la demi-épaisseur E du piston, pour préserver l'étanchéité.

Les figures 4a et 4b représentent une variante dans laquelle une bague élastique fendue 17, d'épaisseur E et à surface latérale extérieure 2' de profil sphérique, peut être engagée sur une gorge latérale 16 du piston 1 ; ce piston constitue partie intégrante du pied 12 de bielle.

Dans le mode de réalisation de la figure 5, la surface latérale sphérique 2 est prévue directement sur le piston 1, mais celui-ci peut être en une matière différente de celle du pied de bielle 12, et rapportée sur ce pied. La liaison peut se faire par tout moyen approprié, par exemple en surmoulant le piston 1 sur une saillie circulaire 13 du pied de bielle. Cette technique pourrait aussi être adoptée pour la réalisation de la partie de l'ensemble représentée à la figure 4a. Les mêmes fentes que celles de la figure 3 pourraient aussi être adoptées dans le mode de réalisation de la figure 5.

Enfin, dans le mode de réalisation de la figure 6, dans lequel la masse M du piston est réalisée de façon quelconque, la surface latérale 2" à profil sphérique de diamètre D est constituée par un anneau élastique galbé 18, par exemple en acier, de hauteur E, et pouvant comporter une ou des fentes analogues aux fentes 15 du mode de réalisation de la figure 3. Cet anneau, qui est fabriqué par exemple par emboutissage avec usinage de finition, peut être fixé sous la masse M par son rebord 19, grâce à des vis, rivets ou points de soudage schématisés en 20. Là encore, par conséquent, on obtiendra l'élasticité et donc l'étanchéité souhaitables entre la surface latérale du piston et la paroi du cylindre.

Quel que soit le mode de réalisation adopté, on pourra bien entendu utiliser, pour la fabrication de tels

ensembles bielle-piston, toutes les techniques connues, par exemple par fonderie, forgeage, frittage, frittage-forgeage, avec usinage de finition.

Pour résoudre les problèmes éventuels de frottement/usure, on pourra prévoir une lubrification à partir de l'huile du moteur ou une auto-lubrification, ou encore un revêtement anti-usure. Cette auto-lubrification peut être obtenue par un revêtement de type téflon. Le revêtement anti-usure peut être du type à couches minces (PVD/CVD), ou encore être obtenu par nitruration, carbonitruration, cémentation, trempe superficielle, chrome dur, nickel, ces deux derniers avec ou sans particules. La projection thermique de poudre peut également être envisagée.

Dans le cas d'une lubrification avec l'huile du moteur, l'étanchéité à l'huile de la chambre de combustion est assurée par le contact périphérique permanent décrit ci-dessus pour l'étanchéité aux gaz.

REVENDICATIONS

1. Ensemble bielle-piston pour cylindre de moteur ou de compresseur, ladite bielle comportant à une extrémité de son corps (10) une partie (11) appelée "tête", propre à être montée de façon articulée sur un maneton de vilebrequin, et à l'autre extrémité de ce corps (10) une partie (12) appelée "pied" assurant la liaison au piston (1), caractérisé en ce que la surface latérale (2) du piston (1) possède un profil sphérique et est destinée à entrer directement en contact avec la surface (5) du cylindre, et en ce que ce piston (1) est rigidement solidaire dudit pied (12) de bielle.

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit piston (1) constitue partie intégrante du pied (12) de bielle.

3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit piston (1) constitue une partie rapportée sur ledit pied (12) de bielle, éventuellement en un matériau différent.

4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit piston (1) est surmoulé sur une partie en saillie (13) dudit pied (12) de bielle.

5. Ensemble selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que ledit piston (1) présente latéralement une gorge (16) propre à recevoir une bague élastique fendue (17) à surface latérale extérieure (2') de profil sphérique.

6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit piston (1) comporte à proximité de sa surface latérale (2) une fente cylindrique (14) coaxiale à cette dernière, cette fente (14) débouchant préférentiellement sur la face (S) du piston qui reçoit la pression des gaz.

7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 et 6, caractérisé en ce que ledit piston comporte au moins une fente radiale plane (15) débouchant sur sa surface latérale à profil sphérique (2) et sur sa

face (S) recevant la pression des gaz, cette ou ces fentes (15) s'étendant sur une hauteur inférieure à la demi-épaisseur (E) dudit piston.

5 8. Ensemble selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit piston comporte deux fentes radiales planes (15) diamatralement opposées l'une à l'autre.

10 9. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface latérale à profil sphérique (2") du piston (1) est constituée par un anneau élastique galbé (18) éventuellement fendu, fixé sur la masse (M) du piston proprement dite.

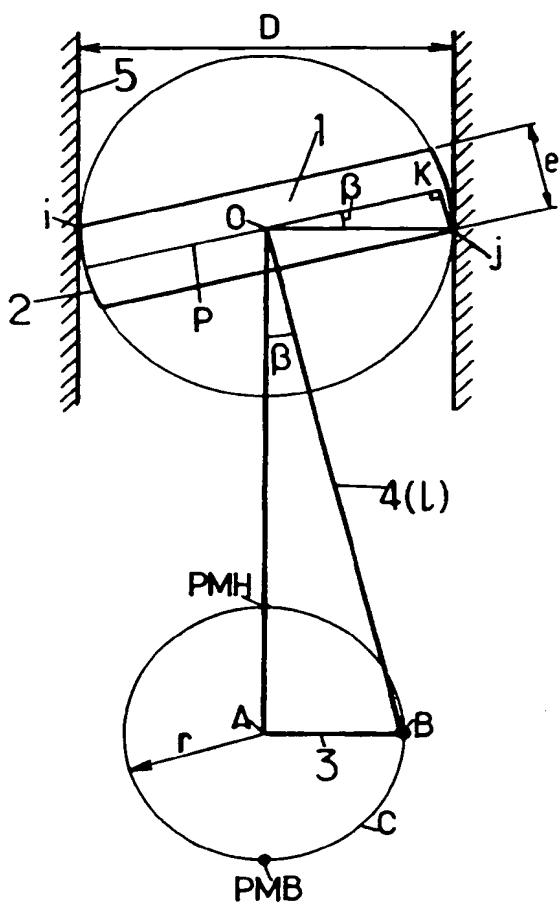


FIG. 1.

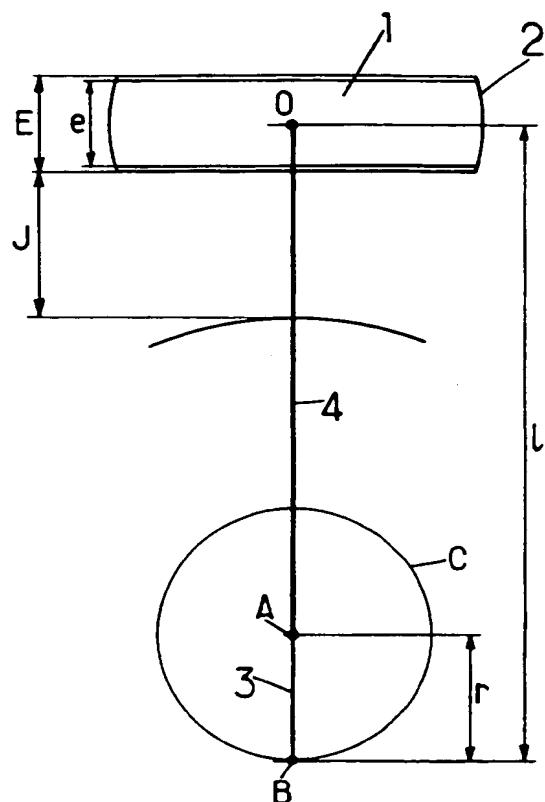


FIG. 2.

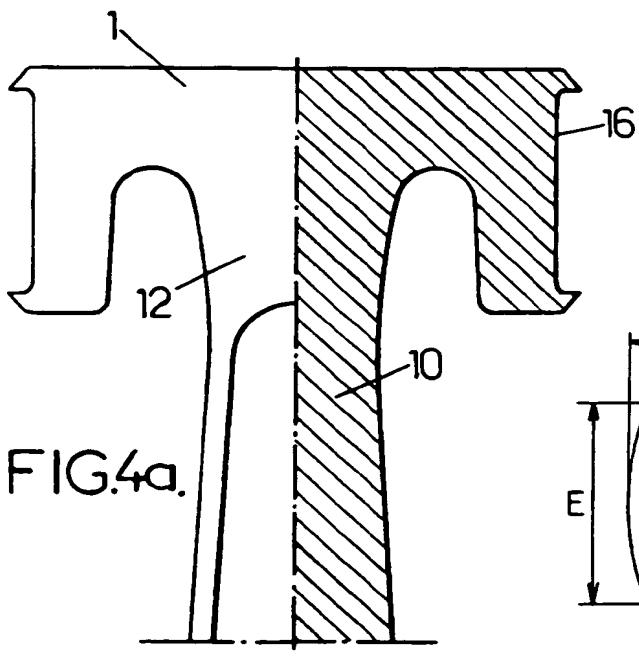
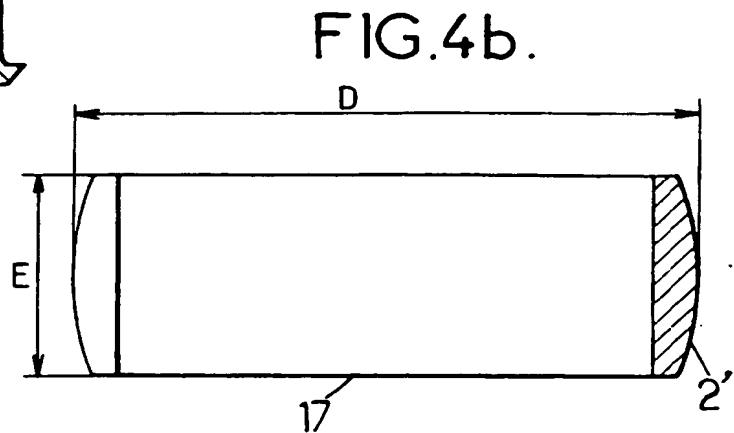


FIG. 4a.



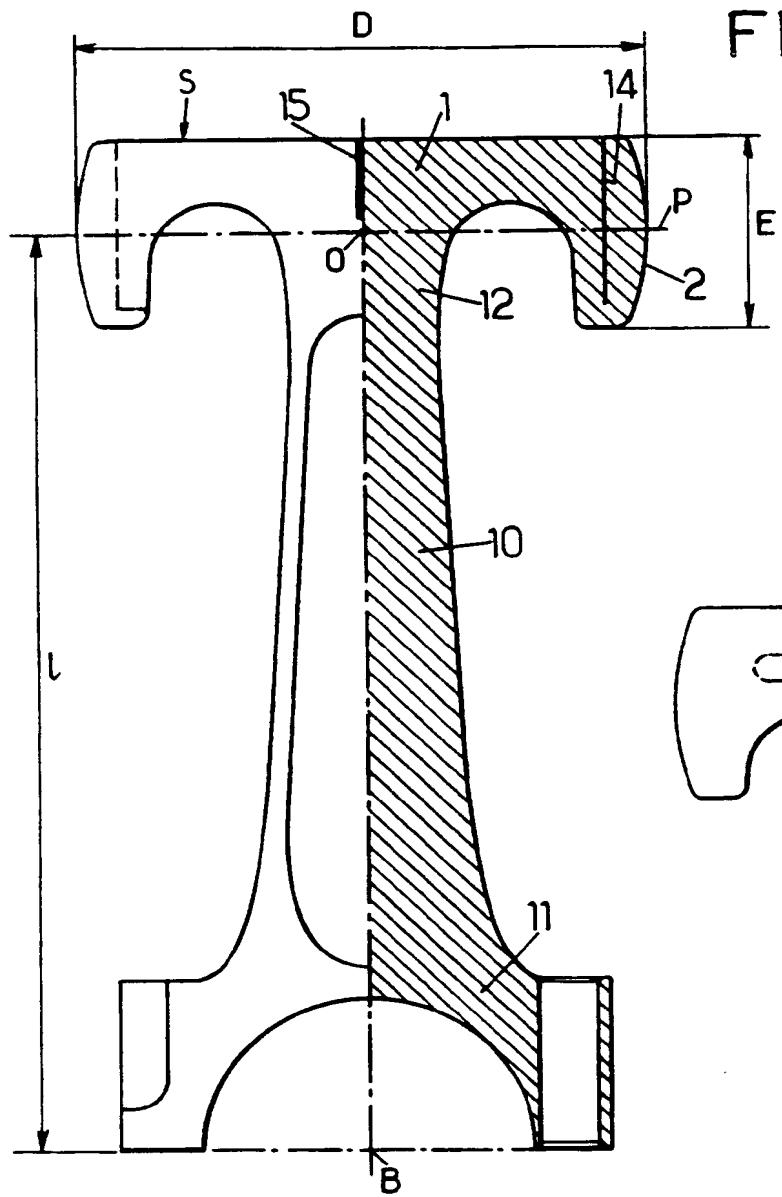
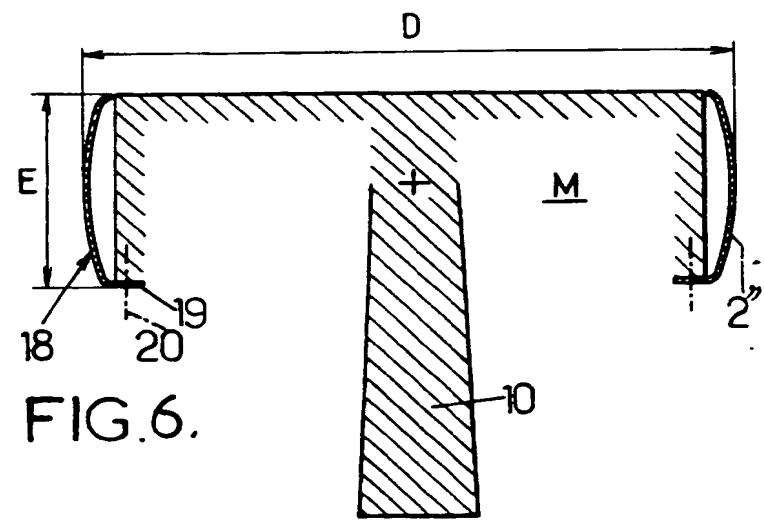
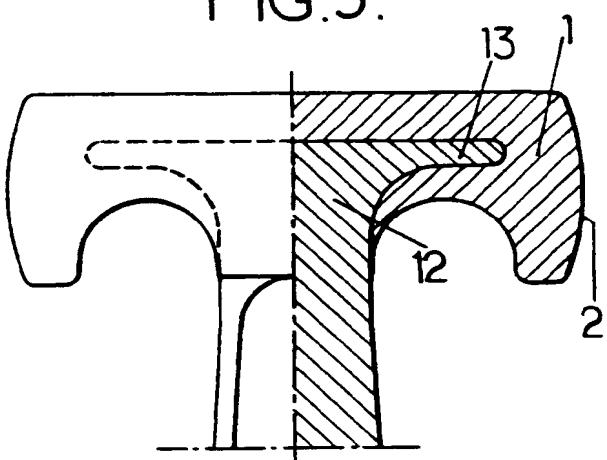


FIG. 5.



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

N° d'enregistrement
nationalFA 523462
FR 9601142établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 279 044 A (MORGADO RALPH GORDON) 24 Août 1988	1,3
Y	* le document en entier *	4-6
X	FR 2 084 391 A (GUNWEB LTD) 17 Décembre 1971	1,2
Y	* le document en entier *	5
A	---	9
Y	US 5 022 313 A (SHONTZ KIMBALL C ET AL) 11 Juin 1991	4
	* le document en entier *	
Y	CH 366 126 A (S.E.D.A.T.)	6
	* le document en entier *	
X	DE 15 25 941 A (WAHLMARK) 8 Janvier 1970	1,3
Y	* le document en entier *	5
X	FR 2 503 820 A (SKF KUGELLAGERFABRIKEN GMBH) 15 Octobre 1982	1,2
Y	* le document en entier *	5
A	---	9
X	FR 1 001 088 A (S.E.P.A.)	1,3
	* le document en entier *	
X	US 4 246 833 A (BURKLUND VERNON D) 27 Janvier 1981	1,2
A	* colonne 2, ligne 19 - ligne 37; figure 1 *	5,9
X	US 3 181 779 A (RHODES)	1,2
	* le document en entier *	
A	FR 701 093 A (A.M.M.A)	6
	* le document en entier *	

1		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
5 Novembre 1996		Von Arx, H
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général		
O : divulgation non écrite		
P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention		
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.		
D : cité dans la demande		
L : cité pour d'autres raisons		
& : membre de la même famille, document correspondant		

THIS PAGE BLANK (USPTO)